

92002,0628



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 199 30 166 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**H 05 K 7/20**  
G 06 F 1/20

21 Aktenzeichen: 199 30 166.2  
22 Anmeldetag: 30. 6. 1999  
43 Offenlegungstag: 18. 1. 2001

DE 199 30 166 A 1

71 Anmelder:  
Fujitsu Siemens Computers GmbH, 81739  
München, DE  
74 Vertreter:  
Epping, Hermann & Fischer GbR, 80339 München

72 Erfinder:  
Ahn, Georg, Dipl.-Ing. (FH), 86179 Augsburg, DE;  
Baumann, Dieter, Dipl.-Ing. (FH), 89437 Haunsheim,  
DE; Gerstner, Robert, Dipl.-Ing. (FH), 86494  
Emersacker, DE; Linne, Johannes, Dipl.-Ing. (FH),  
86447 Todtenweis, DE; Nöldge, Detlev, Dipl.-Ing.  
(FH), 86199 Augsburg, DE

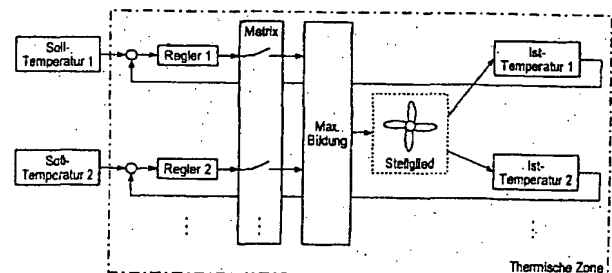
55 Entgegenhaltungen:  
DE 43 09 187 C1  
US 57 18 628 A  
US 51 21 291 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Kühleinrichtung und Temperaturkontrolleinheit für eine solche Kühleinrichtung für ein elektrisches Gerät

57 Es werden eine Kühleinrichtung und eine Temperaturkontrolleinheit für eine solche Kühleinrichtung für ein elektrisches Gerät, zum Beispiel ein Computersystem, vorgeschlagen, die eine ausreichende Kühlung bei geringer Geräuschemission gewährleistet. Dazu werden Wechselwirkungen zwischen thermischen Zonen berücksichtigt, wodurch Kühlmittel durch andere vorhandene Kühlmittel unterstützt oder gänzlich ersetzt werden. Maximalwertbildner ermöglichen die Regelung nach kritischsten Fällen. Eine Zuordnungsmatrix ermöglicht die flexible Zuordnung von Regelungsmitteln zu Maximalwertbildnern bzw. Kühlmitteln. Durch unabhängig vom zu kühlenden System arbeitende Regelungsmittel, beispielsweise realisiert in einer eigenständigen Einheit wie in einer Temperaturkontrolleinheit, ist der Kühlregelkreis auch dann noch intakt, wenn das zu kühlende System funktionsunfähig ist.



DE 199 30 166 A 1

Die Erfindung betrifft eine Kühleinrichtung und eine Temperaturkontrolleinheit für eine solche Kühleinrichtung für ein elektrisches Gerät gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 4.

Kühleinrichtungen in elektrischen Geräten, beispielsweise in Computersystemen, sollen in der Weise realisiert sein, dass eine ausreichende Kühlung bei geringer Geräuschemission gegeben ist. Gleichzeitig sollen die System-sicherheit gesteigert und die Kosten gesenkt sein.

Von Intel, Microsoft und Toshiba ist eine ACPI-Spezifikation herausgegeben worden, die einige zu diesem Problem passende grundsätzliche Lösungsansätze beschreibt. ACPI steht für "Advanced Configuration and Power Interface, und ist eine Schnittstellenspezifikation zum Informationsaustausch zwischen einer PC-Hardware, dem zugehörigen Betriebssystem und den zugehörigen Peripheriegeräten. Die Spezifikation legt ein Format fest, in dem Betriebssystem, Motherboard-Hardware und Peripheriegeräte wie CD-ROM-Laufwerk, Festplatten usw. gegenseitig Daten über den Energieverbrauch austauschen können. Das Hauptziel von ACPI ist, das Operating System Directed Power Management (OSPM) zu ermöglichen, bei dem das Betriebssystem Zugriff auf alle Power-Management-Funktionen hat und damit den Energieverbrauch der einzelnen Geräte präzise an den jeweiligen Bedarf anpassen kann (siehe Internet, Adresse: <http://www.andygrove.com/deutsch/mobile/mobilePCs/acpimen.htm>).

Ein Problem der ACPI-Spezifikation ist, dass sie sich, wie in der Fig. 1 dargestellt, auf einzelne thermisch abgeschlossene Zonen bezieht, die jeweils aus einem Sensor und einer zugeordneten Kühlmethode, welche wiederum aus mehreren Einheiten (z. B. Lüfter) bestehen kann, bestehen. Der Regelkreis einer Kühlmethode besteht aus dem Stellglied zur Kühlung (z. B. Lüfter bzw. CPU Takt-Reduzierung/Modulierung), der Istwertfassung (Temperatursensor), der Störgröße (z. B. Verlustleistung der CPU) und dem Regler. Bei ACPI wird der Regler als Bestandteil des Betriebssystems in Software auf der CPU-Einheit des Computersystems ausgeführt. Dies setzt ein vollständig funktionsfähiges Computersystem voraus. Das heißt, der Kühlregelkreis ist nur solange intakt, wie das zu kühlende System funktioniert.

In dem nach ACPI implementierten Beispiel gemäß der Fig. 1 besteht das System aus drei voneinander unabhängigen Zonen. Ein weiteres Problem in diesem Zusammenhang ist, dass thermische Wechselwirkungen zwischen den Zonen nicht erfasst werden. Sie können daher auch nicht berücksichtigt werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine verbesserte Kühleinrichtung für ein elektrisches Gerät anzugeben, die eine ausreichende Kühlung bei geringer Geräuschemission gewährleistet und dabei Grundlage dafür ist, dass Kühlmittel verkleinerbar oder gänzlich einsparbar sind, dass eine universelle Anpassung an verschiedene Gerätekonfigurationen durchführbar ist oder dass der Kühlkreislauf noch funktionsfähig ist, wenn das zu kühlende System ausgefallen ist. Eine weitere Aufgabe ist, eine Temperaturkontrolleinheit für eine solche Kühleinrichtung anzugeben.

Diese Aufgabe wird bezüglich der Kühleinrichtung durch eine Kühleinrichtung gelöst, die die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist. Bezüglich der Temperaturkontrolleinheit wird diese Aufgabe durch eine Temperaturkontrolleinheit gelöst, die die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 4 aufweist.

Die erfindungsgemäße Kühleinrichtung nützt in vorteilhafter Weise den Umstand aus, dass zwischen den einzelnen

thermischen Zonen Wechselwirkungen bestehen. Durch die Wechselwirkungen hat die Kühlmethode einer thermischen Zone Einfluss auf eine andere thermische Zone. Dieser Sachverhalt wird dahingehend vorteilhaft ausgenutzt, dass mit den Kühlmitteln der einen thermischen Zone die Kühlmittel der anderen thermischen Zone unterstützt werden. Möglicherweise können dann Kühlmittel sogar gänzlich entfallen. Damit dieser Vorteil erhalten wird, werden zueinander in Wechselwirkung stehende thermische Zonen zu einer einheitlichen thermischen Zone zusammengefasst, wodurch sich die einzelnen darin vorkommenden Kühlmittel gegenseitig ergänzen oder ersetzen können. Ein solche Kühleinrichtung hat weiter den Vorteil, dass sie Grundlage für weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Danach sind beispielsweise Maximalwertbildner und/oder wenigstens eine Zuordnungsmatrix verwendet.

Maximalwertbildner ermöglichen die Ermittlung einer Stellgröße anhand von Informationen mehrerer Regler, von denen diejenige, die den kritischsten Fall anzeigt, letztlich zur Regelung herangezogen wird. Damit ist sichergestellt, dass immer die kritischste Temperatur die Stellgröße bestimmt.

Die Zuordnungsmatrix ermöglicht einerseits die flexible Zuordnung von mehr als einen Regler (z. B. für CPU- und Systemtemperatur) pro Stellglied (z. B. Lüfter). Die Zuordnungsmatrix erlaubt andererseits auch die flexible Zuordnung von einem Regler auf mehrere Stellglieder.

Die Kombination von flexibler Zuordnungsmatrix mit Maximalwertbildnern ermöglicht eine universelle Zusammenschaltung von in einem System vorhandener Regler und Stellglieder, so dass die vorgeschlagene Kühleinrichtung für alle Systemkonfigurationen mit den obigen Vorteilen einsetzbar ist.

Eine Ausgestaltung der Erfindung gemäß der Ansprüche 4 bis 7 hat den Vorteil, dass die Regelung der Kühlfunktionen auch dann vollständig gegeben ist, wenn das Betriebssystem bzw. die CPU-Einheit und die zugehörigen Komponenten wie Chipset, Speicher etc. eines beispielsweise angenommenen Computersystems als elektrisches Gerät gestört sind. Mit der Erfindung wird daher eine Steigerung der Zuverlässigkeit eines betreffenden Systems erreicht. Des weiteren ist die Kühlfunktion auch dann gewährleistet, wenn das Betriebssystem keine Power Management Funktionen wie beispielsweise ACPI unterstützt.

Grund für die vorteilhafte Ausgestaltung ist, dass die Regelstrecken von den zu überwachenden thermischen Zonen entkoppelt sind. Es übernimmt nicht mehr die zu kühlende Einheit, wie zum Beispiel die CPU eines Computersystems und deren Komponenten, die Überwachung und Regelung der Kühlung, sondern es erfolgt eine von dem zu kühlenden System unabhängige Überwachung und Regelung der Kühlung.

Werden Funktionen der Überwachung und Kühlungsregelung in einer eigenständigen Einheit, zum Beispiel in einer sogenannten Temperaturkontrolleinheit gemäß den Ansprüchen 4 bis 7, realisiert, können damit ursprünglich nicht mit einer Kühleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 ausgelegte Kühleinrichtungen nach dem Prinzip dieser Kühleinrichtung betrieben werden. Außerdem sind für solche Einheiten kostengünstig beispielsweise ASICs oder Mikrokontroller verwendbar. Die ASICs oder Mikrokontroller müssen dabei nicht ausschließlich für die Überwachung und Kühlungsregelung konzipiert sein.

Nachfolgend werden anhand einer Zeichnung weitere Erläuterungen gemacht und zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung näher beschrieben. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 eine nach thermische Zonen unterteilte Systemstruktur eines elektrischen Geräts, gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine nach thermische Zonen unterteilte Systemstruktur eines elektrischen Geräts mit sich überlappenden thermischen Zonen, gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 3 eine nach thermische Zonen unterteilte Systemstruktur eines elektrischen Geräts mit einer eingeschlossenen thermischen Zone, gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 4 eine prinzipielle Systemstruktur gemäß der Erfindung,

Fig. 5 ein erstes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, und

Fig. 6 ein zweites Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel für sich überlappende thermische Zonen. Fig. 3 zeigt ein Beispiel für eingeschlossene thermische Zonen.

In der Realität treten überlappende bzw. eingeschlossene thermische Zonen, wie sie in den Fig. 2 und 3 prinzipiell dargestellt sind, häufig auf. Hierbei kommt es zu thermischen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen thermischen Zonen.

Fig. 4 zeigt das Schema einer erfindungsgemäßen Kühleinrichtung für ein einziges Stellglied. Mit einer solchen Kühleinrichtung kann im Gegensatz zu anderen Prinzipien (z. B. ACPI) eine thermische Wechselwirkung zwischen den unterschiedlichen thermischen Zonen berücksichtigt werden. Hierzu werden alle thermischen Zonen mit Wechselwirkungen zu einer thermischen Zone reduziert, in welche alle Temperatursensoren (Istwerterfassung) und Kühlmethoden (Stellglieder) eingeschlossen sind. Die Berücksichtigung der Wechselwirkung wird erreicht, da bei einer Kühleinrichtung gemäß der Fig. 4 nicht nur ein einziger Regler sondern auch mehrere Regler auf ein Stellglied Einfluß nehmen können. Die Realisierung sieht hierfür eine flexible Zuordnungsmatrix für die Regler und einen Maximalwertbildner für eine Maximalwertbildung für ein jedes Stellglied vor. Damit wird den praktischen Anforderungen von überlappenden bzw. eingeschlossenen thermischen Zonen Rechnung getragen.

Das hat den vorteilhaften Effekt, dass oft die Anzahl der nötigen Lüfter reduziert werden kann, wodurch die Kosten und die Geräuschemission gesenkt werden.

Ein weiterer Vorteil ist, dass in Systemen mit mehreren Kühlmethoden, durch die Berücksichtigung der Wechselwirkungen der Aufwand für jede einzelne Kühlmethode reduziert werden kann. Ein Beispiel für mehrere Kühlmethoden ist ein System mit einer "eingeschlossenen thermischen Zone". Ein solches System ist beispielsweise eine CPU mit aufgesetztem Lüfter in einem PC-Gehäuse mit Stromversorgung mit integriertem Lüfter. Anstatt die Kühlmethode für die eingeschlossene Zone (CPU-Lüfter) für den schlimmsten Fall auszulegen (minimaler Luftdurchsatz im System) wird bei übermäßiger Erhöhung der CPU-Temperatur auch die Drehzahl des Lüfters in der Stromversorgung erhöht. Dadurch wird die Temperatur im elektrischen Gerät gesenkt und die Strömungsgeschwindigkeit auch im Bereich der CPU erhöht, wodurch die Kühlung der CPU verbessert wird. Durch passende Wahl der Parameter können auch hier die Kosten und die Geräuschemission gesenkt werden.

In der Fig. 5 ist ein Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem das Kühlen eines PC-Systems mit nur einem Lüfter und 3 Sensoren erfolgt. In diesem Beispiel dient die flexible Zuordnungsmatrix lediglich dem Zuschalten der drei Regler auf die Maximalwertbildung für das Stellglied "Systemlüfter". Die drei thermischen Zonen (CPU, Festplatte und System) haben eine Wechselwirkung. Der als Stellglied fun-

gierende Systemlüfter wirkt auf alle thermischen Zonen. Diese Anordnung wird deshalb zu einer thermischen Zone "gesamtes System" zusammengefaßt und die Lüfterdrehzahl ergibt sich durch eine Maximalwertbildung aus den drei Reglerwerten. In anderen Worten, die kritischste Temperatur bestimmt die Drehzahl des Lüfters. Durch die Reduzierung auf nur einen Lüfter im System wird eine Minimierung der Kosten und des Lüftergeräusches erreicht.

In der Fig. 6 ist ein Ausführungsbeispiel bezüglich dem Kühlen eines Systems mit der CPU als thermischen "Hot Spot" mit eigenem Lüfter gezeigt. In einem solchen, typischen Computersystem kann es sinnvoll sein, eine zusätzliche Kühlmethode (Lüfter, Heruntertakten, ...) für den "Hot Spot" CPU vorzusehen da der Systemlüfter bzw. der Lüfter in der Stromversorgung zwar einen Einfluß auf die CPU-Temperatur hat, aber räumlich zu weit entfernt ist, oder der Luftstrom nicht gezielt auf die CPU gelenkt werden kann.

In diesem Beispiel handelt es sich bei der Kombination aus CPU und CPU-Lüfter um eine eingeschlossene thermische Zone, welche eine Wechselwirkung mit der umschließenden thermischen Zone "gesamtes System" hat.

Bei dem Regelkreis für das Stellglied "CPU-Lüfter" handelt es sich um einen klassischen Regler, wie er auch mit ACPI realisiert werden kann. Da hier nur der Regler "CPU-Temperatur" Einfluß auf das Stellglied "CPU-Lüfter" hat, wäre keine Maximalwertbildung für dieses Stellglied nötig. Diese universelle Anordnung gestattet es jedoch, jederzeit den Einfluß eines weiteren Reglers mittels der flexiblen Zuordnungsmatrix auf das Stellglied zu schalten.

Die drei thermischen Zonen (CPU, Festplatte und System) haben eine Wechselwirkung. Der als Stellglied fungierende Systemlüfter wirkt auf alle drei thermischen Zonen. Diese Anordnung wird deshalb zu einer thermischen Zone "gesamtes System" zusammengefaßt und die Lüfterdrehgeschwindigkeit ergibt sich durch eine Maximumbildung der drei Reglerwerte. Diese Maximumbildung stellt wie im vorausgegangenen Beispiel sicher, daß sich die Drehzahl des Systemlüfters an der kritischsten Temperatur orientiert. Die flexible Zuordnungsmatrix ermöglicht in diesem Fall, daß der Regler "CPU-Temperatur" Einfluß auf beide Stellglieder (CPU-, Systemlüfter) hat.

Da beide Kühlmethoden einen Einfluß auf die CPU-Temperatur haben, wird hierdurch erreicht, daß die Kühlmethode der eingeschlossenen Zone durch die Kühlmethode der umschließenden Zone gezielt entlastet wird. Anstatt die Kühlmethode für die eingeschlossene Zone (CPU-Lüfter) für den schlimmsten Fall auszulegen (minimaler Luftdurchsatz im System, bzw. maximale Systeminnentemperatur) wird bei übermäßiger Erhöhung der CPU-Temperatur auch die Drehzahl des System-Lüfters erhöht. Durch passende Wahl der Regel-Parameter kann hier der CPU-Lüfter schwächer ausgelegt werden. Hierdurch werden wiederum Kosten und Geräuschemission reduziert.

#### Patentansprüche

1. Kühleinrichtung für ein elektrisches Gerät, mit zueinander Wechselwirkungen aufweisenden thermischen Zonen, denen Mittel zur Regelung der Kühlung und zur Kühlung selbst zugeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zueinander Wechselwirkungen aufweisenden thermischen Zonen zu wenigstens einer einheitlichen thermischen Zone mit im gegebenen Fall eingeschlossenen thermischen Zonen zusammengefasst sind, in der wenigstens ein Mittel zur Regelung der Kühlung und wenigstens ein Mittel zur Kühlung selbst vorgesehen ist.

2. Kühleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, dass in wenigstens einer einheitlich zusammengefassten thermischen Zone wenigstens ein einziger Maximalwertbildner für die zu dieser Zone gehörenden Mittel zum Regeln der Kühlung vorgesehen ist, durch den oder die die Mittel zur Kühlung selbst für diese Zone nach dem durch die Mittel zur Regelung der Kühlung angezeigtem kritischsten Fall geregelt sind. 5

3. Kühleinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einem Maximalwertbildner eine Zuordnungsmatrix zur Zuordnung von Mitteln zur Regelung der Kühlung vorgeschaltet ist. 10

4. Temperaturkontrolleinheit für eine Kühleinrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Regelung der Kühlung und mindestens ein Maximalwertbildner vorgesehen sind. 15

5. Temperaturkontrolleinheit nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zuordnungsmatrix vorgesehen ist.

6. Temperaturkontrolleinheit nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass Anteile an einer Hard- und/oder Software zur Regelung vorgesehen sind. 20

7. Temperaturkontrolleinheit nach einem der Ansprüche 4 bis 6, gekennzeichnet durch eine Realisierung mit einem ASIC- und/oder Mikrokontroller-Baustein bzw. als Teil davon. 25

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG 1

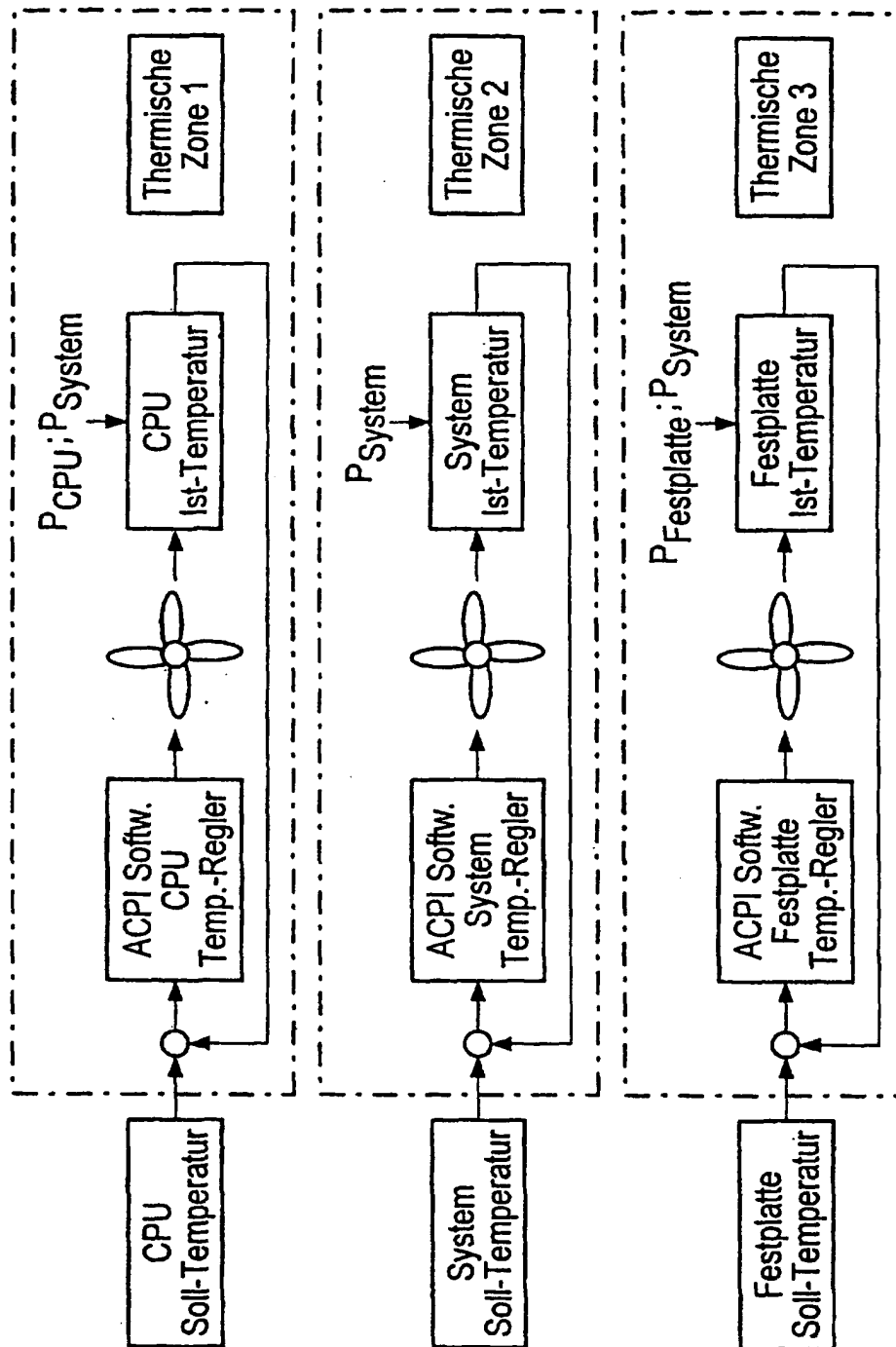


FIG 3

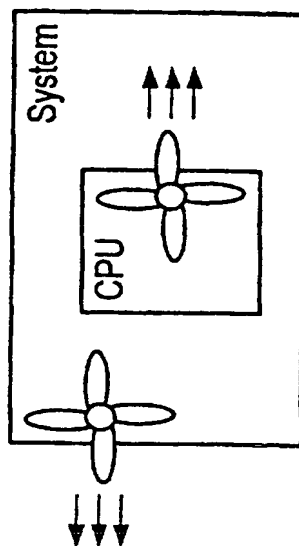


FIG 2

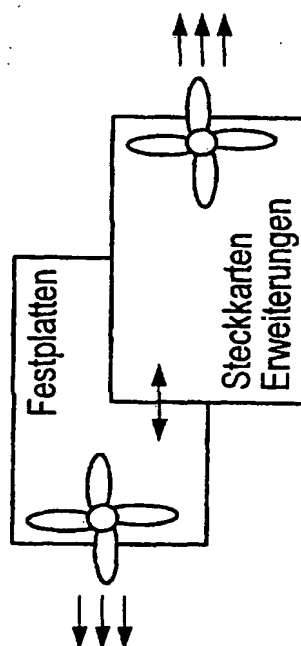


FIG 4

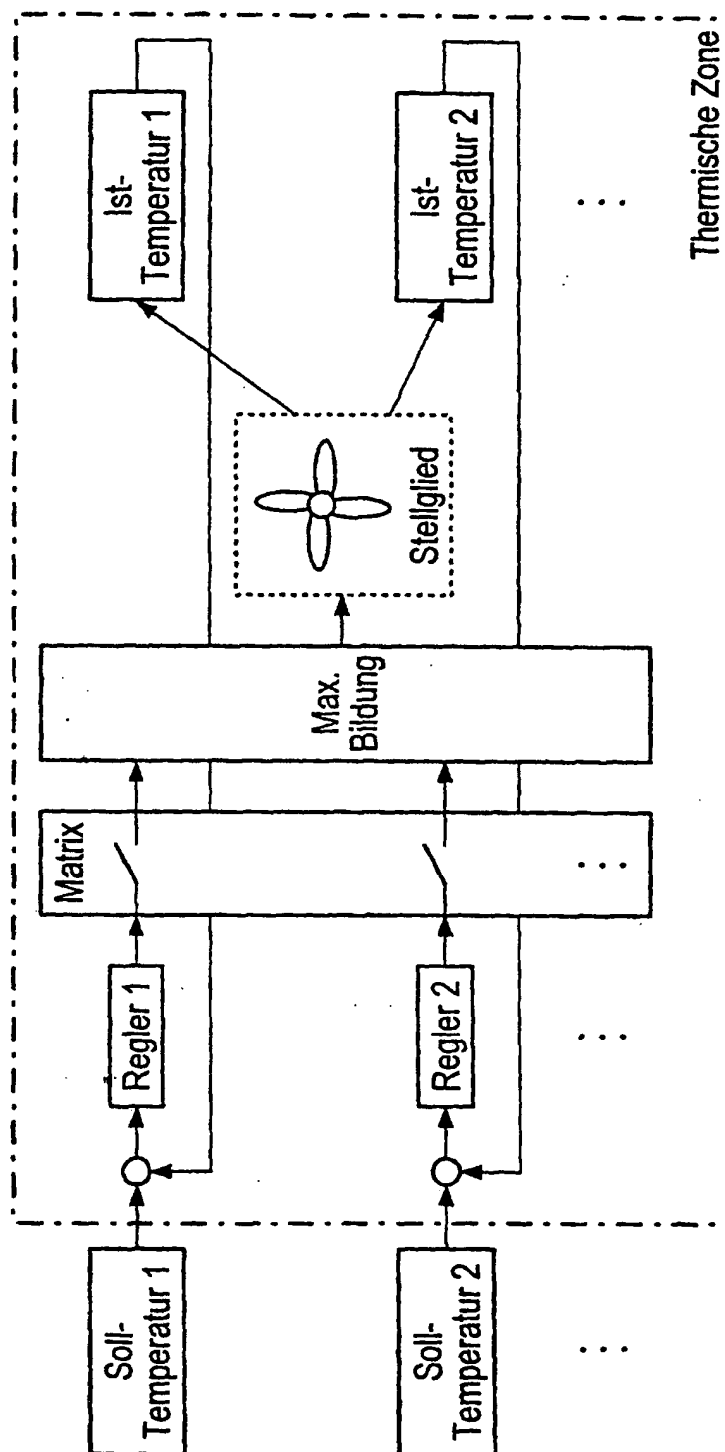




FIG 5

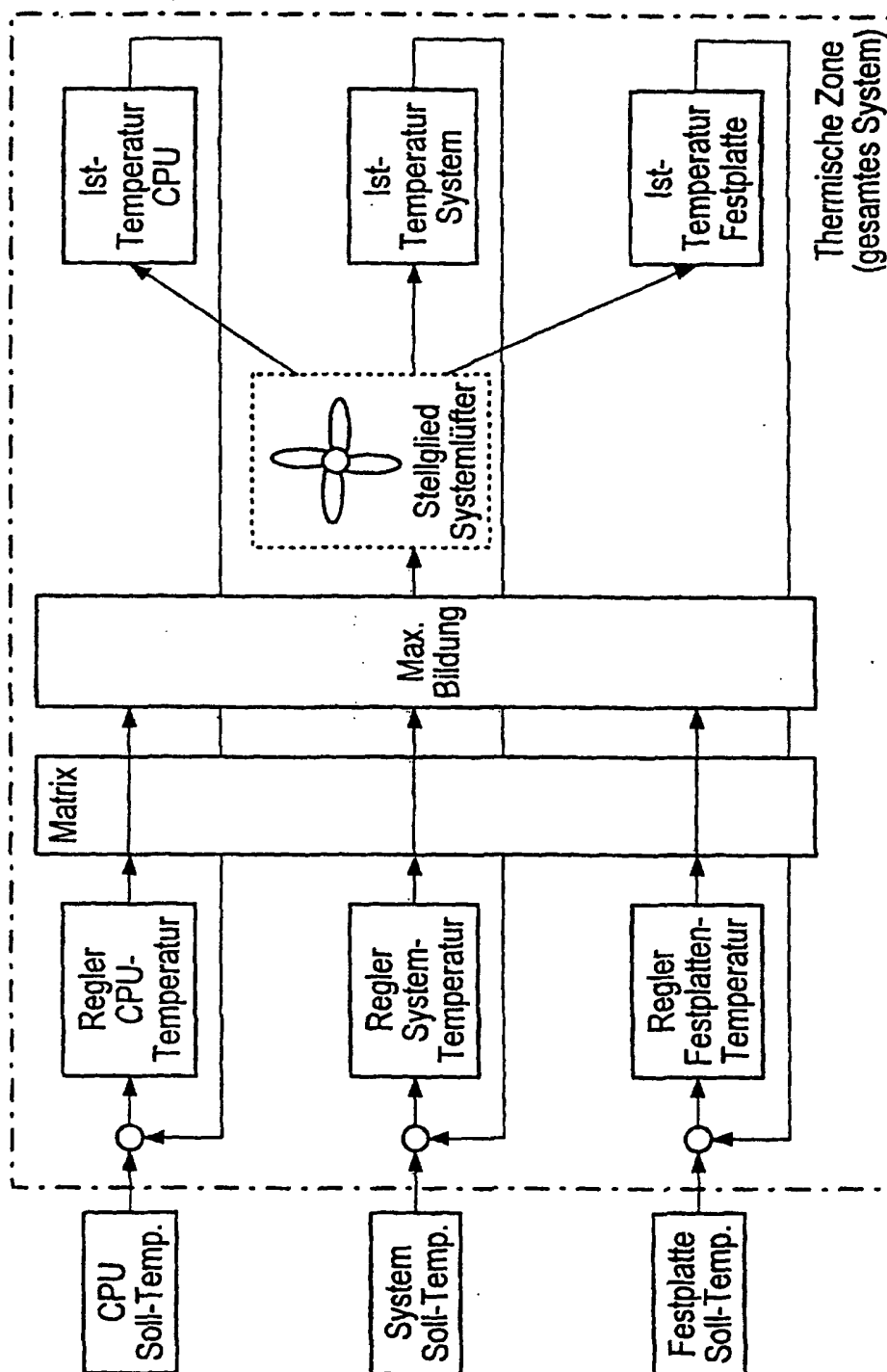


FIG 6

